

**EVALUASI POSTUR DAN *LEVEL* AKTIVITAS TANGAN
PADA PROSES PENGECAPAN MENGGUNAKAN METODE
LOADING ON THE UPPER BODY ASSESSMENT (LUBA)
DAN ACGIH *HAND ACTIVITY LEVEL* (HAL)
(Studi Kasus : Batik Cap Supriyarso Kampoeng Batik Laweyan)**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

**Oleh:
Very Brillyanto
D 600.130.055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**EVALUASI POSTUR DAN *LEVEL* AKTIVITAS TANGAN
PADA PROSES PENGECAPAN MENGGUNAKAN METODE
LOADING ON THE UPPER BODY ASSESSMENT (LUBA)
DAN ACGIH *HAND ACTIVITY LEVEL* (HAL)
(Studi Kasus : Batik Cap Supriyarso Kampoeng Batik Laweyan)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

VERY BRILLYANTO

D 600 130 055

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Dr. Indah Pratiwi ST., MT.

NIK. 705

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI POSTUR DAN *LEVEL* AKTIVITAS TANGAN
PADA PROSES PENGECAPAN MENGGUNAKAN METODE
LOADING ON THE UPPER BODY ASSESSMENT (LUBA)
DAN ACGIH *HAND ACTIVITY LEVEL* (HAL)
(Studi Kasus : Batik Cap Supriyarso Kampoeng Batik Laweyan)**

**OLEH
VERY BRILLYANTO
D 600 130 055**

**Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 15 September 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Dr. Indah Pratiwi ST., MT.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ratnanto Fitriadi ST., MT.

(Anggota 1 Dewan Penguji)

(.....)

3. Muchlison Anis ST., MT.

(Anggota 2 Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 September 2017

Penulis



VERY BRILLYANTO

D 600 130 055

**EVALUASI POSTUR DAN *LEVEL* AKTIVITAS TANGAN
PADA PROSES PENGECAPAN MENGGUNAKAN METODE
LOADING ON THE UPPER BODY ASSESSMENT (LUBA)
DAN ACGIH *HAND ACTIVITY LEVEL (HAL)*
(Studi Kasus : Batik Cap Supriyarso Kampoeng Batik Laweyan)**

Abstrak

Batik merupakan salah satu warisan seni tulis Indonesia yang sampai saat ini terus dipertahankan. Proses pembuatan batik untuk tetap mempertahankan nilai budayanya, perlu ditindaklanjuti terhadap risiko kerja karena dilakukan secara manual dan alat yang sederhana. Pekerjaan pada proses pengecapan di perusahaan Batik Cap Supriyarso terdapat berbagai keluhan kelelahan otot, seperti nyeri leher, bahu, punggung, lengan, pergelangan tangan dan pinggang. Hasil penelitian ini dengan evaluasi menggunakan metode LUBA diperoleh risiko kerja yang sangat tinggi sehingga harus segera dilakukan perbaikan menyeluruh untuk mengurangi risiko postur kerja, risiko tersebut tertinggi pada aktivitas mengambil cap, meletakan cap dan menempatkan cap. Hasil evaluasi ACGIH HAL menunjukkan perlakuan aktivitas mengecap secara berulang memiliki risiko yang berbahaya, sehingga perubahan perlakuan kerja dapat dipertimbangkan. Hasil pengolahan secara keseluruhan menunjukkan bahwa tingkat risiko LUBA lebih tinggi daripada ACGIH HAL, hal tersebut menunjukkan bahwa risiko pada postur lebih tinggi daripada risiko terhadap tingkat aktivitas tangan. Sehingga dalam kegiatan evaluasi risiko kerja, evaluasi postur sangat penting untuk dilakukan.

Kata Kunci: LUBA, ACGIH HAL, Postur Kerja, MSDs, Pekerjaan Barulang

Abstract

Batik is one of the Indonesian drawing art legacy that until now continuous to be hold on. The process of making batik to keep its cultural value, need to be followed up against th risk of work because it is done manually and a traditional tool. Work on stamping process at the Batik Cap Supriyarso company there are various complaints of muscle fatigue, such as neck, shoulders, back, arms, wrist and waist pain. The result of this study with evaluation using LUBA method obtained a very high work risk so that there must be a comprehensive overhaul to reduce the risk of work posture, the risk is highest on the activity to take the stamp, put the stamp and précisioning the stamp. The evaluation result of ACGIH HAL indicate that the treatment of repeated stamping activity has a risk that is dangerous, so that changes in the treatment of work can be considered. Overall the results indicate that LUBA risk level is higher than ACGIH HAL, indicating that the risk on posture is higher than the risk of hand activity level. So in the activity of work risk evaluation, posture evaluation is very important to do.

Keywords : LUBA, ACGIH HAL, Work Posture, MSDs, Repetitive Work

1. PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan seni tulis nusantara yang sampai saat ini terus dipertahankan. Laweyan adalah wilayah bagian dari kerajaan Pajang semasa Sultan Hadiwijaya (Joko Tingkir) tahun 1546. Pada tanggal 25 September 2004 Laweyan dideklarasikan sebagai Kampoeng Batik yang dikelola sebagai klaster wisata kreatif (Priyatmono, 2015).. Kampoeng Batik Laweyan memiliki berbagai macam perusahaan batik berdasarkan proses pembuatannya yaitu batik canting, cap, smok, lukis dan printing. Berdasarkan pengamatan proses pembuatan Batik Cap Supriyarso dilakukan dengan beberapa langkah yaitu menyiapkan kain, pewarnaan dasar/tanpa pewarnaan dasar pada kain, menyiapkan alat dan bahan pengecapan, pengecapan, pewarnaan kain, penguncian warna, penglorotan, pencucian dan penjemuran. Waktu bekerja dari pukul 8 pagi sampai 12 siang, kemudian istirahat dan dilanjutkan pukul 1 siang sampai 4 sore.

Pengecapan dilakukan dengan cara mencelupkan permukaan cap pada media kain yang mengandung cairan lilin dan kemudian di tempelkan pada kain yang akan diberi cap. Berat untuk alat cap sekitar 1-3 kg sehingga apabila proses pengecapan dilakukan berulang selama 4 jam dengan waktu istirahat yang sedikit dapat menyebabkan adanya kelelahan otot atau cedera pada otot tangan, leher, punggung, tulang belakang dan sebagainya yang terkait pada sistem kerja otot. Keluhan yang dialami pekerja pengecapan adalah nyeri dan pegal di leher, bahu, punggung, lengan, pergelangan tangan dan pinggang.

Menurut Grandjean (1993) yang dikutip dari Tarwaka (2004) kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau timbulnya perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh pekerjaan monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, lingkungan, mental, kesehatan dan gizi. Menurut Moore (1991) dikutip dari Chowdury (2012) postur tanggung, ekstrim dan berulang-ulang telah dikaitkan dengan pekerjaan yang berhubungan ketidaknyamanan muskuloskeletal dan cedera pada punggung bawah. Risiko cedera tinggi dikarenakan gerakan berulang yang terus-menerus, bekerja lama pada posisi berdiri, kondisi kerja yang buruk, psikologis dan kondisi lingkungan.

Oleh karena tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pekerjaan yang berulang terhadap risiko terjadinya kelelahan otot tubuh bagian atas, mengevaluasi kondisi pekerjaan pada proses pengecapan berdasarkan kemungkinan terjadinya kelelahan otot, dan membandingkan kedua metode berdasarkan hasil identifikasi masalah yang menimbulkan risiko pekerjaan pada proses pengecapan dalam pembuatan Batik Cap yaitu dengan menggunakan Metode *Loading On The Upper Body Assessment* (LUBA) dan *American Conference of Governmental Industrial Hygienists-Hand Activity Level* (ACGIH-HAL). LUBA merupakan metode yang didasarkan

pada data eksperimen baru untuk gabungan indeks ketidaknyamanan yang dirasakan, dinyatakan dalam rasio nilai untuk satu set gerakan sendi, termasuk tangan, lengan, leher dan punggung, dan kemampuan maksimal untuk memegang pada postur statis (Kee, 2001). ACGIH-HAL adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi risiko pekerjaan yang berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal dari tangan dan pergelangan tangan (Bernard, 2002).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah seluruh pekerja (5 pekerja) proses pengecapan di Perusahaan Batik Cap Supriyarso, Kampoeng Batik Laweyan, Surakarta. Pemilihan objek penelitian ini didasarkan pada model pekerjaan pengecapan yang dilakukan dengan cara berdiri, selama 4 jam (jam kerja pukul 08.00-12.00) dengan membawa beban (alat cap) dan gerak tangan berulang.

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap seperti yang di tunjukan dalam *flowchart* kerangka pemecahan masalah. Tahap identifikasi awal dan masalah yaitu menentukan objek penelitian dan menemukan permasalahan dengan diikuti referensi cara penyelesaiannya. Tahap rumusan masalah yaitu menyusun poin-poin permasalahan yang diperoleh kemudian menentukan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah. Tahap pengumpulan data yaitu melakukan pengambilan data yang dibutuhkan secara langsung di perusahaan Supriyarso untuk digunakan dalam penyelesaian masalah kedua metode. Tahap pengolahan data yaitu tahap pengolahan data sesuai dengan tahapan metode untuk diperoleh hasil akhir berupa analisis risiko kerja. Tahap pengolahan data menggunakan LUBA sebagai berikut (Kee, 2001):

- a. Melakukan dokumentasi video kepada pekerja digunakan untuk merekam postur kerja pada beberapa siklus kerja.
- b. Menentukan postur dalam rekaman pekerjaan, dipilih untuk dilakukan penilaian berdasarkan waktu melakukan postur atau kemungkinan tekanan posisi tubuh. Postur yang dipilih berdasarkan pekerjaan yang memiliki nilai waktu siklus terbesar atau tingkat tekanan pada system tulang dan otot.
- c. Setiap gerakan sendi yang diamati pada postur yang dipilih, diberikan nilai ketidaknyamanan relatif.
- d. Menghitung indeks beban postur untuk gerakan sendi dengan menggunakan rumus

$$\text{Indeks Beban Postur} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{mj} S_{ij} \quad (1)$$

Keterangan Rumus

j = Sendi

mj = Jumlah Gerakan Sendi

n = Jumlah Sendi Terkait S_{ij} = Nilai Ketidaknyamanan Relatif
 i = Gerakan Sendi

Berdasarkan nilai indeks beban postur, mengevaluasi postur dengan menggunakan kriteria sebagai berikut

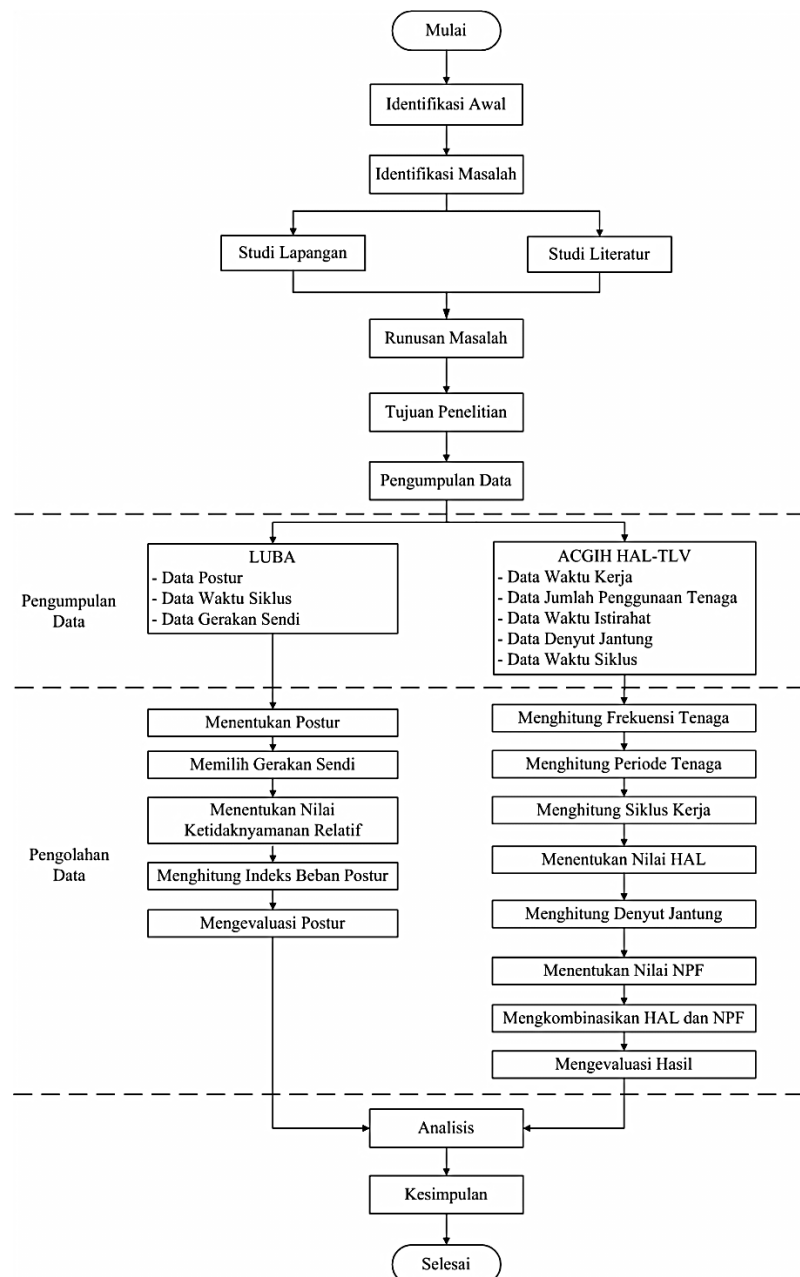
- a. Kategori I = Postur dengan MHT lebih dari 10 menit dan Indeks Beban Postur adalah 5 atau kurang. Kategori postur ini dapat diterima, kecuali pada situasi seperti pengulangan dan melakukannya dalam waktu lama. Tidak ada tindakan perbaikan yang dibutuhkan.
- b. Kategori II = Postur dengan MHT 5 sampai 10 menit dan Indeks Beban Postur dari 5 sampai 10. Kategori postur ini membutuhkan penelitian lebih lanjut dan perbaikan selama pemeriksaan rutin untuk selanjutnya, tetapi tindakan dengan segera tidak dibutuhkan.
- c. Kategori III = Postur dengan MHT kurang dari 5 menit dan Indeks Beban Postur dari 10 sampai 15. Kategori postur ini penting untuk dilakukan evaluasi melalui pembuatan desain ulang pada stasiun kerja atau metode kerja.
- d. Kategori IV = Postur dengan MHT kurang dari 2 menit dan Indeks Beban Postur dari 15 atau lebih. Kategori postur ini membutuhkan perbaikan menyeluruh dengan segera.

Tahap pengolahan data menggunakan ACGIH HAL sebagai berikut (ACGIH, 2010):

- a. Mengidentifikasi level dari aktivitas tangan dalam skala 0 sampai 10 (dimana 0 adalah tidak ada aktivitas dan 10 adalah level tertinggi dalam aktivitas tangan).
- b. Menghitung frekuensi penggunaan tenaga dan presentase siklus kerja.
- c. Menghitung nilai Skala Borg dengan mencari denyut jantung pekerja.
- d. Mengkarakteristikan level kerja dengan menghubungkannya tenaga yang dikeluarkan dalam satu siklus kerja dan menghitung NPF. *Normalized Peak Force* (NPF) adalah level relatif dari pekerjaan dalam skala 0 sampai 10 dimana rata-rata tenaga yang dikeluarkan manusia pada postur yang sama untuk menyelesaikan pekerjaan. Besarnya gaya yang digunakan dapat dihitung menggunakan satu dari ketiga metode yaitu *Percent of Maximum Voluntary Contraction/MVC* (perbandingan gaya dengan populasi pada postur yang sama, menggunakan *electromyography*), *Subjective Perceived Exertion (Borg Scale)*, dan *Moore Garg Observer Scale*.
- e. Menempatkan kombinasi dari HAL dan NPF dalam grafik TLV.
- f. Mengevaluasi hasil perhitungan dengan menggunakan tabel analisis ACGIH-HAL TLV.
 - 1) Apabila berada di atas garis TLV (perlakuan tidak dapat diterima, perubahan tempat kerja harus dilakukan untuk mengurangi dampak buruk perlakuan).

- 2) Apabila berada di antara garis *Action Limit* dan TLV (penentuan batas kerja, perubahan tempat kerja harus dipertimbangkan yang memungkinkan dapat mengurangi perlakuan, pengawasan medis kepada pekerja seharusnya dilakukan).
- 3) Apabila berada di bawah garis *Action Limit* (perlakuan diterima).

Tahap analisis adalah tahapan mengumpulkan informasi dari keseluruhan hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan penelitian dan keteraitan setiap nilai yang ada di dalam hasil pengolahan data. Tahapan penelitian ditunjukkan seperti pada gambar 1 berikut,



Gambar 1. Flowchart Kerangka Pemecahan Masalah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada 5 pekerja di proses pengecapan sebagai berikut:

Tabel 1. Profil Pekerja

No	Nama	Jenis Kelamin	Umur (th)
1	Pekerja 1	Laki-Laki	55
2	Pekerja 2	Laki-Laki	48
3	Pekerja 3	Laki-Laki	56
4	Pekerja 4	Laki-Laki	64
5	Pekerja 5	Laki-Laki	60

- a. Menentukan aktivitas pekerjaan untuk pengambilan data postur dan level aktivitas tangan yang digunakan metode LUBA dan ACGIH HAL seperti pada tabel 2. berikut.

Tabel 2. Menentukan Aktivitas Pekerjaan untuk Metode LUBA dan ACGIH HAL

Metode	No	Aktivitas	Pekerja							
			Tubuh Pekerja 1		Tubuh Pekerja 2		Tubuh Pekerja 3		Tubuh Pekerja 4	
			Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
LUBA	1	Menutup Motif Baris 1	v	v			v	v	v	v
	2	Menutup Motif Baris 2	v	v			v	v	v	v
	3	Mengambil Cap	v	v	v	v	v	v	v	v
	4	Menempatkan Cap Baris 1	v	v	v	v	v	v	v	v
	5	Menempatkan Cap Baris 2	v	v	v	v	v	v	v	v
	6	Menempatkan Cap Baris 3	v	v	v	v	v	v	v	v
	7	Menempatkan Cap Baris 4							v	v
	8	Mengecap Baris 1	v	v	v	v	v	v	v	v
	9	Mengecap Baris 2	v	v	v	v	v	v	v	v
	10	Mengecap Baris 3	v	v	v	v	v	v	v	v
	11	Mengecap Baris 4							v	v
	12	Meletakkan Cap	v	v	v	v	v	v	v	v
	13	Melepas Penutup Motif Baris 1	v	v			v	v	v	v
	14	Melepas Penutup Motif Baris 2	v	v			v	v	v	v
ACGIH HAL	1	Mengambil Penutup Motif		v			v	v		
	2	Menutup Motif	v				v	v	v	v
	3	Menahan Penutup Motif 1		v						
	4	Mengambil Cap dari Tungku	v		v		v		v	
	5	Membawa Cap 1	v		v		v		v	
	6	Menahan Cap	v	v	v		v		v	
	7	Menekan Cap	v		v	v	v		v	v
	8	Mengambil Cap dari Kain	v		v		v		v	
	9	Membawa Cap 2	v		v		v		v	
	10	Melepas Penutup Motif	v				v	v	v	
	11	Menahan Penutup Motif 2		v						
	12	Mengembalikan Penutup Motif		v			v		v	
	13	Menggeser Kain	v	v	v	v	v	v	v	v

- b. Pengolahan Data Menggunakan Metode LUBA

- 1) Menentukan sudut postur dalam melakukan aktivitas, contohnya yaitu menutup motif baris 1, pekerja 1 seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Menutup Motif Baris 1 Pekerja 1

- 2) Menentukan sudut sendi dan menghitung nilai ketidaknyamanan relatif/indeks beban postur, seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Indeks Beban Postur Menutup Motif Baris 1

Menutup Motif Baris 1				Operator : Pekerja 1			
Tangan Kanan		Tangan Kiri		Tangan Kanan		Tangan Kiri	
Sendi	Gerakan	Kelas	Nilai	Sendi	Gerakan	Kelas	Nilai
Pergelangan Tangan	Ekstensi	20-45°	2	Pergelangan Tangan	Ekstensi	20-45°	2
Siku	Fleksi	45-120°	2	Siku	Fleksi	45-120°	2
Bahu	Ekstensi	0-20°	1	Bahu	Ekstensi	20-45°	4
	Abduksi	30-90°	3		Abduksi	0-30°	1
Leher	Fleksi	>45°	5	Leher	Fleksi	>45°	5
Punggung	Fleksi	0-20°	1	Punggung	Fleksi	0-20°	1
Indeks Beban Postur			14	Indeks Beban Postur			15

Berdasarkan tabel 3. diperoleh nilai indeks beban postur pekerja 1 pada aktivitas menutup motif baris 1 untuk tangan kanan sebesar 14 dan kiri sebesar 15.

- 3) Mengevaluasi hasil indeks beban postur, yaitu tangan kanan sebesar 14 dan kiri sebesar 15 sehingga postur menutup motif baris 1 masuk dalam LUBA Kategori III, Kategori postur ini penting untuk dilakukan evaluasi melalui pembuatan desain ulang pada stasiun kerja atau metode kerja.
- 4) Keseluruhan aktivitas selanjutnya diolah dengan menggunakan prosedur metode LUBA yang sama.

c. Pengolahan Data Menggunakan Metode ACGIH HAL

- 1) Menghitung denyut jantung pekerja 1 dalam 4 waktu dengan frekuensi pengukuran setelah 1 jam kerja, kemudian dihitung rata-rata denyut kerja seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Menghitung Denyut Jantung Pekerja 1

Pengukuran	Denyut (denyut/menit)
Pengukuran 1 Jam Pertama	67
Pengukuran 1 Jam Kedua	67
Pengukuran 1 Jam Ketiga	69
Pengukuran 1 Jam Keempat	68
Rata-Rata	67.75

Berdasarkan tabel 4. setelah 4 kali pengukuran diperoleh rata-rata denyut jantung sebesar 67,75 denyut/menit.

- 2) Mengidentifikasi Penggunaan Tenaga Tangan Kanan Pekerja 1

Identifikasi penggunaan tenaga yaitu menghitung jumlah aktivitas yang mengharuskan pekerja menggunakan tenaga dalam melakukan aktivitas pada 1 siklus kerja seperti tabel 5.

Tabel 5. Penggunaan Tenaga Tangan Kanan Pekerja 1

Aktivitas Tangan Kanan	Jumlah Penggunaan Tenaga (Pengulangan)
Menutup Motif	11
Mengambil Cap dari Tungku	21
Membawa Cap 1	21
Menahan Cap	21
Menekan Cap	21
Mengambil Cap dari Kain	21
Membawa Cap 2	21
Melepas Penutup Motif	11
Menggeser Kain	1
Total	149

Berdasarkan tabel 5. diperoleh total jumlah penggunaan tenaga tangan kanan pekerja 1 sebanyak 149 penggunaan tenaga.

3) Identifikasi Waktu 1 Siklus

Waktu melakukan 1 siklus adalah 186 detik.

4) Menghitung Frekuensi Penggunaan Tenaga 1 Siklus

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah Penggunaan Tenaga}}{\text{Waktu 1 Siklus}} \quad (2)$$

$$\text{Frekuensi} = 0,801 \text{ penggunaan tenaga/detik}$$

5) Menghitung Periode Penggunaan Tenaga 1 Siklus

$$\text{Periode} = \frac{\text{Waktu 1 Siklus}}{\text{Jumlah Penggunaan Tenaga}} \quad (3)$$

$$\text{Periode} = 1,248 \text{ detik/penggunaan tenaga}$$

6) Menghitung Beban Siklus Kerja

$$\text{Waktu Total Kerja 1 Siklus} = 180 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu Total Istirahat 1 siklus} = 6 \text{ detik}$$

$$\text{Beban Siklus Kerja} = \frac{\text{Waktu Total Kerja}}{(\text{Waktu Total Kerja} + \text{Waktu Total Istirahat})} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Beban Siklus Kerja} = 96,7\%$$

7) Menentukan nilai HAL dengan menggunakan nilai frekuensi, periode, dan beban siklus kerja, dengan cara melihat baris frekuensi dan periode.

Tabel 6. Menentukan Nilai HAL Tangan Kanan Pekerja 1

Frekuensi (tenaga/s)	Periode (s/tenaga)	Beban Siklus Kerja (%)				
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
0.125	8.0	1	1	-	-	-
0.25	4.0	2	2	3	-	-
0.5	2.0	3	4	5	5	6
1.0	1.0	4	5	5	6	7
2.0	0.5	-	5	6	7	8

Berdasarkan tabel 6, diperoleh nilai HAL sebesar 7.

8) Menghitung Nilai NPF

Berdasarkan rata-rata denyut jantung sebesar 67,75 dibulatkan 68, dengan nilai denyut tersebut dibandingkan dengan Skala RPE sehingga termasuk pada nilai 7,5.

Tabel 7. Hubungan Denyut Jantung Pekerja 1 dengan Skala Borg

Denyut	Skala	RPE	Skala Rasio	Kesan Pekerja
68	6		0	Tidak Semua
	7		0.3	
	7.5	Sangat Sangat Ringan	0.5	Sangat Lemah Sekali (Terlihat Jelas)
	8		1	Sangat Lemah
	9	Sangat Ringan	1.5	
	10		2	Lemah (Ringan)
	11	Cukup Ringan	2.5	
	12		3	Menengah
	13	Cukup Berat	4	
	14		5	Kuat (Berat)
	15	Berat	6	
	16		7	Sangat Kuat
	17	Sangat Berat	8	
	18		9	
	19	Sangat Sangat Berat	10	Sangat Kuat Sekali
	20		*	Maksimum

Tabel 8. Hubungan Skala Borg Pekerja 1 dengan NPF

%MVC	Skala Subjektif (Borg Scale)		Moore-Garg Observer Scale		NPF
	Skor	Kesan Pekerja	(Alternative Method)		
0	0	Tidak Semua			0
5	0.5	Sangat Lemah Sekali (Terlihat Jelas)	Jarang Terlihat atau Pekerjaan Santai		0.5
10	1	Sangat Lemah			1
20	2	Lemah (Ringan)	Terlihat atau Pekerjaan Pasti		2
30	3	Menengah			3
40	4		Pekerjaan Jelas, Tetapi Ekspresi Wajah Tidak Berubah		4
50	5	Kuat (Berat)			5
60	6		Pekerjaan Besar dengan Ekspresi Wajah Berubah		6
70	7	Sangat Kuat			7
80	8				8
90	9		Menggunakan Bahu atau Tenaga Besar		9
100	10	Sangat Kuat Sekali (Hampir Maksimum)			10

Skala RPE dibandingkan dengan skala Borg sehingga diperoleh skala rasio 0,5. Skala Borg 0,5 adalah skala terkecil untuk menentukan NPF, sehingga skala ini dipilih daripada 0,3 (Tabel 7.). Berdasarkan tabel 7. skala 0,5 Borg yang termasuk pekerjaan sangat lemah sekali diperoleh nilai NPF sebesar 0,5. Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan teknik pengamatan langsung *Moore Garg* termasuk dalam jarang terlihat ekspresi wajah dan termasuk pekerjaan santai (Tabel 8.).

9) Mengkombinasikan HAL dan NPF

Mengkombinasikan nilai HAL tangan Kanan dengan NPF, yaitu HAL sebesar 7 dan NPF 0,5.



Gambar 3. Kombinasi Nilai HAL dan NPF Tangan Kanan Pekerja 1

Berdasarkan gambar 3. diperoleh hasil kombinasi nilai HAL dan NPF untuk tangan kanan berada di bawah garis Action Limit dan garis TLV, sehingga perlakuan diterima dan tidak diperlukan perubahan perlakuan.

- 10) Pengolahan data tangan kiri pekerja lainnya dikerjakan dengan prosedur ACGIH HAL yang sama.
- d. Hasil Rekapitulasi Pengolahan Data Seluruh Pekerja Menggunakan Metode LUBA dan ACGIH HAL pada tabel 13.

Tabel 9. Hasil Rekapitulasi Pengolahan LUBA dan ACGIH HAL

Metode	No	Aktivitas	Pekerja										Indeks Beban Aktivitas
			Tubuh Pekerja 1		Tubuh Pekerja 2		Tubuh Pekerja 3		Tubuh Pekerja 4		Tubuh Pekerja 5		
			Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	
LUBA	1	Menutup Motif Baris 1	14	15			11	13	11	8			12.0
	2	Menutup Motif Baris 2	14	11			7	8	10	10			10.0
	3	Mengambil Cap	27	19	10	9	9	12	13	19	9	11	13.8
	4	Menempatkan Cap Baris 1	12	11	15	8	14	6	11	15	15	10	11.7
	5	Menempatkan Cap Baris 2	15	13	18	11	11	6	13	15	17	10	12.9
	6	Menempatkan Cap Baris 3	15	13	18	10	15	9	10	14	14	9	12.7
	7	Menempatkan Cap Baris 4									13	12	12.5
	8	Mengecap Baris 1	15	12	13	12	10	10	8	15	16	8	11.9
	9	Mengecap Baris 2	13	12	17	11	10	11	8	7	16	9	11.4
	10	Mengecap Baris 3	17	11	16	10	10	7	8	15	18	9	12.1
	11	Mengecap Baris 4									18	11	14.5
	12	Meletakkan Cap	27	19	10	9	9	12	13	19	9	11	13.8
	13	Melepas Penutup Motif Baris 1	14	15			11	13	11	10			12.3
	14	Melepas Penutup Motif Baris 2	14	11			7	8	10	10			10.0
		Rata-Rata Indeks Beban Post	16.4	13.5	14.6	10.0	10.3	9.6	10.5	13.1	14.5	10.0	
		Kategori LUBA	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3
ACGIH HAL	1	Hand Activity Level (HAL)	7	1	7	2	7	1	7	1	7	2	
	2	Normalize Peak Force (NPF)	0.5	0.5	3	3	2	2	1	1	2	2	
		Koordinat	(7,0.5)	(1,0.5)	(7,3)	(2,3)	(7,2)	(1,2)	(7,1)	(1,1)	(7,2)	(2,2)	
		Kategori ACGIH HAL	1	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1

1) Analisis Hasil LUBA

Berdasarkan tabel 9 diperoleh hasil analisis LUBA sebagai berikut:

- Pekerja 5 mengecap baris 4 memiliki nilai risiko tertinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh jarak meja kerja terhadap tubuh pekerja mengakibatkan pembungkukan punggung dan menimbulkan risiko tinggi.
- Mengambil dan meletakkan cap memiliki nilai risiko tertinggi kedua, nilai tersebut sama dikarenakan tempat meletakkan dan mengambil cap adalah sama. Pekerjaan mengambil dan meletakkan cap membutuhkan gerakan memutar ke samping dan menunduk, sehingga postur tersebut berakibat tingginya nilai risiko kelelahan otot.
- Mengambil dan meletakkan cap memiliki nilai risiko terbesar pada tubuh kanan pekerja 1 dan nilai risiko untuk pekerjaan ini pada beberapa pekerja berbeda-beda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh prosedur kerja dan kondisi fisik pekerja yang berbeda, sehingga diperlukan adanya prosedur kerja dengan nilai risiko rendah. Perbedaan yang disebabkan kondisi fisik pekerja harus diikuti dengan pengaturan stasiun kerja yang fleksibel, sehingga tempat kerja dapat diatur menyesuaikan dengan kemampuan pekerja

2) Analisis Hasil ACGIH HAL

Berdasarkan tabel 9 diperoleh hasil analisis LUBA sebagai berikut:

- a) Rata-rata nilai *Hand Activity Level* tangan kanan keseluruhan pekerja memiliki nilai 7 sehingga frekuensi penggunaan tangan kanan sangat tinggi dan mendominasi dalam menyelesaikan pekerjaan pengecapan.
- b) Nilai *Hand Activity Level* pada keseluruhan pekerja menunjukkan perbedaan yang signifikan antara HAL tangan kanan dengan HAL tangan kiri. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tangan kanan pekerja pengecapan memiliki beban yang jauh lebih tinggi dibandingkan tangan kiri. Pembebanan tersebut akan sangat berpengaruh terhadap timbulnya keluhan tangan ketika bekerja.
- c) Besar kecilnya nilai NPF pada pekerja dipengaruhi oleh tinggi rendahnya denyut jantung. Seperti yang terdapat pada skala Borg dimana denyut jantung mampu mempresentasikan beban kerja yang diterima pekerja serta ekspresi wajah yang ditunjukkan oleh skala Moore-Garg. Secara keseluruhan kondisi pekerja mendekati pada skala borg dengan nilai 2 yaitu beban pekerjaan lemah, pekerjaan konsisten dan tanpa disertai perubahan ekspresi wajah dalam penggunaan tenaganya.
- d) Hasil pengolahan ACGIH HAL menunjukkan bahwa pengaruh nilai NPF sangat signifikan terhadap tingginya kategori risiko seperti yang ditunjukkan pekerja 2, 3 dan 5, sedangkan HAL tidak berpengaruh besar tanpa diikuti nilai NPF yang besar seperti ditunjukkan pada pekerja 1 dan 4. Tetapi pekerja 2 tubuh bagian kiri menunjukkan nilai HAL kecil mempengaruhi kecilnya kategori. Sehingga dalam penerapannya, nilai NPF dan HAL saling berpengaruh terhadap besar kecilnya risiko.

4. KESIMPULAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis dengan menggunakan metode LUBA dan ACGIH HAL, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kondisi pekerjaan pengecapan sangat berisiko terhadap kelelahan otot terutama dalam postur kerja sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan segera. Postur pekerjaan pengecapan teridentifikasi LUBA dalam kondisi risiko tinggi, terutama pada postur mengambil, meletakkan cap dan menempatkan cap, hal tersebut dipengaruhi oleh tata letak dan model stasiun pengecapan yang kurang ergonomis sehingga perubahan stasiun pekerjaan sangat dibutuhkan. Aktivitas tangan dalam proses pengecapan cukup tinggi,

terutama tangan kanan sehingga perlakuan aktivitas dan penambahan alat bantu dapat dipertimbangkan untuk mengurangi kelelahan otot yang disebabkan pekerjaan berulang.

- 2) Berdasarkan hasil dari evaluasi pekerjaan menggunakan metode ACGIH HAL, diperoleh pekerjaan berulang yang dipengaruhi dengan kecepatan kerja (HAL) dan kelelahan kerja (NPF) dapat menimbulkan risiko kelelahan otot. Tangan kanan pekerja proses pengecapan berisiko dalam terjadinya kelelahan otot, sedangkan tangan kiri tidak berisiko. Perbedaan tersebut dikarenakan penggunaan tangan kanan dalam penyelesaian pengecapan lebih tinggi dibandingkan tangan kiri, sehingga beban tangan kanan harus diperhatikan supaya tidak mengalami kelelahan otot.
- 3) LUBA dan ACGIH HAL tidak memiliki hubungan yang berarti dan memiliki perbedaan hasil risiko yang signifikan, sehingga ketika mengidentifikasi risiko dapat digunakan saling mendukung untuk memperdalam evaluasi suatu pekerjaan, dimana LUBA fokus pada postur dan ACGIH HAL pada tingkat aktivitas tangannya. LUBA memiliki hasil risiko yang lebih tinggi dibandingkan ACGIH HAL, sehingga evaluasi postur dalam suatu pekerjaan sangat penting dilakukan.

b. Saran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis dengan menggunakan metode LUBA dan ACGIH HAL, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- 1) Sebaiknya dalam melakukan penelitian sejenis, dilakukan menggunakan jumlah sampel aktivitas yang lebih banyak sehingga keakuratan hasil yang diperoleh akan lebih tinggi.
- 2) Sebaiknya identifikasi risiko dalam menentukan nilai NPF menggunakan lebih dari satu metode, sehingga dapat diketahui dan dibandingkan aspek yang berpengaruh terhadap NPF.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 2010. TLVs & BEIs, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. Cincinnati: Kemper Meadow Drive.
- Behesti. 2015. Evaluating The Potential Risk Of Musculoskeletal Disorders Among Bakers According To LUBA And ACGIH-HAL Indices. JOHE, Spring 2014: 3(2).
- Bernard, Thomas E. 2001. Threshold limit values and biological exposure indices for 2001. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).
- Borg, Gunnar A V. 1982. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise Vol 14 No 5, pp. 377-381.

- Choobineh, A.. 2016. Prevalence of work-related musculoskeletal symptoms among Iranian workforce and job groups. *Int J Prev Med* 2016;7:130.
- Chowdury, Salian Shivani. 2012. Identification of awkward postures that cause discomfort to Liquid Petroleum Gas workers in Mumbai, India. Mumbai: IJOEM, Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine..
- Hoffman, Shirl J. 2009. Introduction to Kinesiology Studying Physical Activity, Third Edition. Champaign: Human Kinetics, Inc.
- Kee, Dohyung. 2001. LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. *Applied Ergonomics* 32.
- Knudson, Duane. 2007. Fundamentals of Biomechanics Second Edition. New York: Springer Science + Business Media, LLC.
- Kuorinka, I. 1987. Standardised Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms *Applied Ergonomics* 1987, 18.3,233-237.
- Maulana, Frasi Bagus. 2013. Evaluasi dan Perbaikan Metode Kerja Pada Aktivitas Manual dengan Metode Loading on the Upper Body Assessment (LUBA) dan Job Strain Index (JSI). Universitas Trunojoyo Madura.
- Meidema, Mathilde C. 1997. Recommended maximum holding times for prevention of discomfort of static standing postures. *International Journal of Industrial Ergonomics* (19) 9-18.
- Musman, Asti. 2011. Batik: Warisan Adiluhung Nusantara. Yogyakarta: G-Media.
- Nthubu, Badziili. 2016. An Ergonomics Approach towards Efficient and Productive Maintenance of Fluidized Bed Heat Exchangers (FBHEs) . *J Ergonomics* 6: 167.
- Nuryaningtyas, Binarfika Maghfiroh. 2014. Analisis Tingkat Risiko Muskuloskeletal Disorders (MSDS) dengan Rapid Upper Limbs Assessment (RULA) Dan Karakteristik Individu Terhadap Keluhan MSDS. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 3, No. 2.
- OSHA. 2000. The Study of Work.OSHA(Occupational Safety and Health Administration).
- OSHAcademy. 2017. Introduction to Industrial Hygiene. Geigle Safety Group, Inc.
- Priyatmono, Alpha Febela. 2015. Pengembangan Industri Batik Ramah Lingkungan Studi Kasus Kampoeng Batik Laweyan. Surakarta: Simposium Nasional RAPI XIV FT UMS.
- Purba, Emitua. 2014. Analisis Beban Kerja Fisiologis Operator Di Stasiun Penggorengan Pada Industri Kerupuk. *E-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol 5 No. 2*.
- Stangor, Charles. 2010. Introduction to Psychology Charles Stangor 2010. Saylor.

- Tarwaka. 2004. Ergonomi untuk Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA PRESS.
- Tirtayasa, Ketut. 2003. The Change of Working Posture in Manggur Decrease Cardiovascular Load and Musculoskeletal Complaints Among Balinese Gamelan Craftsmen. *J. Human Ergol*, 32:71-76.
- Ulajaszek,SJ.1994.Anthropometry: the individual and the population.Cambridge: University of Cambridge.
- Xu Zhan. 2010. Design Of Assembly Lines With The Concurrent Consideration Of Productivity And Upper Extremity Musculoskeletal Disorders Using Linear Models. *Industrial and Management Systems Engineering, Dissertations and Student Research*, Paper 1.
- Z, Mohammadi. 2015. Evaluation of musculoskeletal disorders through loading postural upper body assessment method in household appliances production companies in Tehran, Iran, in 2014. *JOHE, Sumer 2014*: 3(3).